



MODE D'EMPLOI

PHYWE AKTIENGESELLSCHAFT
GÖTTINGEN

GENERATEUR A BANDE
Alimentation 220 V∿*

07642.93

A. BUT

Les générateurs à bande servent à la production de hautes tensions d'intensité relativement faible. Imaginés et développés par le physicien américain van de Graaff vers l'année 1930, ces machines représentaient les premières sources de courant propres aux recherches dans la physique atomique. Le modèle simplifié dont il sera question ci-après est destiné à remplacer les machines de Wimshurst dont on s'est servi jusqu'ici dans l'enseignement scolaire mais qui donnaient souvent lieu à des ennuis. Les générateurs à bande PHYWE ont sur les générateurs alimentés par secteur l'avantage de n'exiger aucunes précautions particulières et de ne présenter par conséquent aucun risque pour les élèves.

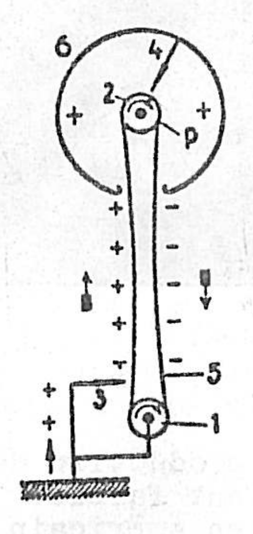
B. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le générateur à bande 07642.93 est à auto-excitation. La figure 1 donne un schéma de l'appareil qui se compose essentiellement d'un rouleau moteur en métal (1) et d'un rouleau excitateur en plexiglas (2) reliés par une bande transporteuse en caoutchouc (5).

---

* Pour autres tensions ce mode d'emploi reste valable dans un sens analogue (voir chapitre G).

-/2



Les peignes (3 et 4) servent à pourvoir la bande de charges électriques. Un conducteur en forme de cage de Faraday (6) assure l'emmagasinage des charges. Le conducteur et le rouleau excitateur sont bien isolés du rouleau moteur. Le peigne supérieur (4) est connecté au conducteur, le rouleau moteur (1) au peigne inférieur (3) relié à la terre.

Fig. 1: Schéma du générateur

La génération de la haute tension se fait de la façon suivante: lorsque le rouleau moteur tourne dans le sens indiqué par la flèche, il entraîne le rouleau excitateur grâce à la bande laquelle se détache du rouleau excitateur au niveau P. Le rouleau excitateur (plexiglas) prend une charge positive alors que la bande transporteuse (caoutchouc) se charge négativement. La charge négative adhère à la partie descendante de la bande qui, en passant près du peigne inférieur, en tire des charges positives par influence qui se communiquent à la partie ascendante de la bande pour être transportées au conducteur. Ici, le peigne supérieur fournit à la bande des charges négatives par influence. Ces charges étant tirées du conducteur, il s'y produit un excès de charges positives qui augmente aussi longtemps que la bande se trouve en marche. La tension qu'on peut atteindre de cette façon est limitée par le pouvoir isolant du matériel et la résistance électrique de l'air.

La polarité du générateur s'établit de manière que le conducteur soit positif par rapport à la terre. Elle peut être vérifiée en approchant le tube au néon (joint à l'appareil) du conducteur

-/3

chargé. Ce dernier porte une charge négative, si l'électrode du côté du conducteur et positive, si l'électrode opposée s'allume. Dans la plupart des cas, la polarité est sans importance. Toutefois, si le conducteur porte une charge négative et qu'on désire qu'elle soit positive, on peut facilement amener cet état par le nettoyage décrit au chapitre E.

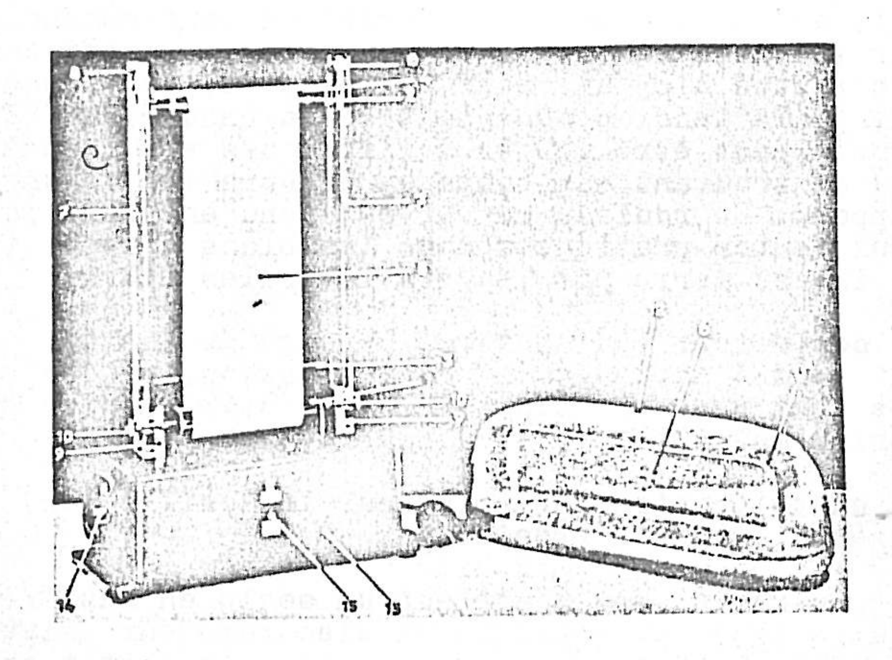


Fig. 2: Générateur avec son conducteur enlevé

C. DESCRIPTION DU GENERATEUR

La construction du générateur (fig. 2) est très simple et correspond largement au schéma de la figure 1. La partie électrique servant à produire la haute tension comporte le rouleau moteur chromé à reflets (1), le rouleau excitateur en plexiglas (2), le peigne inférieur (3), le peigne su-

périeur (4), la bande transporteuse (5) et le conducteur (6).

Le rouleau excitateur ainsi que le peigne supérieur et le conducteur sont hautement isolés du rouleau moteur et du peigne inférieur y connecté par deux colonnes-support en plexiglas (7).

Les deux rouleaux sont pourvus de roulements à billes dont les bagues intérieures sont emmanchées sur les axes et dont les coussinets reposent dans des fentes d'appui. Leur distance et, par conséquent, la tension mécanique de la bande transporteuse, peut être variée à l'aide des vis moletées (8) se trouvant aux bouts supérieurs des colonnes-support. Le rouleau moteur est tenu en place par deux fentes pratiquées dans les blocs d'appui (9) où il est serré par les vis latérales (10).

Le conducteur (6) en forme de cage de Faraday, qui sert à accumuler la haute tension, repose sur les deux vis moletées (8) par l'intermédiaire d'un étrier métallique (11) à son intérieur.

La haute tension est prise sur la douille (12) fixée à l'étrier précité.

Le générateur est monté sur un socle en matière moulée (13) qui renferme un électromoteur universel dont la vitesse se règle par un rhéostat encastré commandé par le bouton (14). Chacun des deux grands côtés est pourvu d'une douille (15) dont l'une, marquée ⏚, est reliée au blindage du moteur. L'autre, marquée S (non visible dans la figure), est en communication avec le peigne inférieur mais isolée de la douille de terre. Tout instrument sensible y connecté est ainsi séparé du secteur.

L'entraînement du rouleau moteur se fait par une courroie en matière plastique ce qui assure au générateur une marche très silencieuse.

D. MISE EN MARCHE

Le générateur est fourni complètement monté (sauf le conducteur qui est enlevé) dans un carton spécial contenant les pièces suivantes:

1) Générateur à bande proprement dit
2) Conducteur
3) Electrode sphérique sur tige métallique
4) Pied pour électrode sphérique
5) Fil de connexion 50 cm
6) Tube au néon (cherche-pôles)

Après le déballage, l'appareil sera soigneusement dépoussiéré, en particulier les deux rouleaux et la bande transporteuse. Ensuite, on monte le conducteur de façon qu'il repose avec son étrier (11) sur les vis moletées (8). Après branchement au secteur le générateur est prêt à fonctionner.

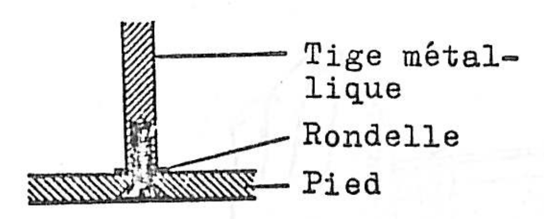


Fig. 3: Montage de l'électrode sphérique sur son pied.

Quant à l'électrode sphérique, il faut d'abord la munir de son pied (fig. 3) pour la relier ensuite soit à la douille S, soit à la douille de terre au moyen du fil de connexion. La tension fournie par le générateur peut être déterminée approximativement à partir de la longueur de l'étincelle (1 mm env. 3 kV).

Elle est prise sur la douille (12) tandis que la douille S fait fonction de pôle opposé. La douille ⏚ sera toujours mise à la terre. Tant qu'on n'utilise pas d'instruments de mesure sensibles, on court-circuite les douilles S et ⏚ par un fil de connexion.

E. DEPANNAGE

La construction du générateur est tellement simple qu'un défaut mécanique est peu probable. Toutefois, comme toutes les machines électrostatiques, l'appareil est très sensible à l'humidité atmosphérique qui détermine largement son débit. Pour cette raison, aucune garantie ne peut être donnée pour son bon fonctionnement à des humidités relatives dépassant les 70 %. Il ne s'agit pas dans ces cas de vices de construction ni de fabrication.

Lorsque le générateur ne s'excite pas, il faut le démonter et nettoyer rigoureusement.

Pour ce faire, on éloigne le conducteur et retire le rouleau excitateur simultanément de ses deux logements, obliquement vers le haut (fig. 4), tout en appuyant sur les vis moletées (8). Le rouleau peut alors être sorti de la bande transporteuse.

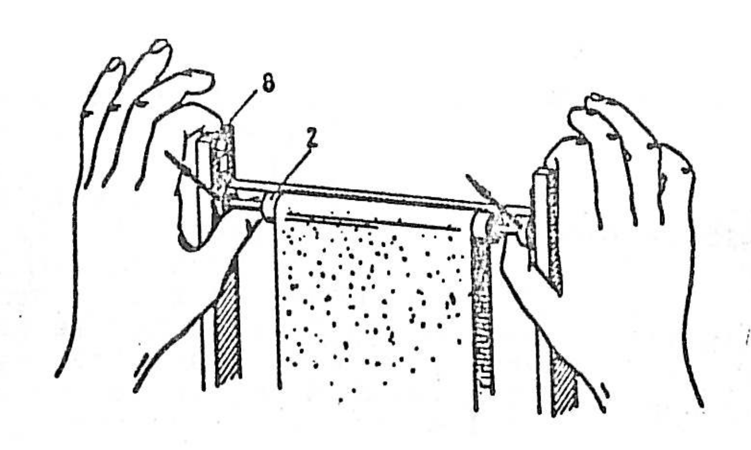


Fig. 4: Enlèvement du rouleau excitateur

Ensuite, on desserre les vis moletées (10) et enlève le rouleau moteur de ces fentes d'appui. On peut maintenant éloigner la bande transporteuse et enlever la courroie de lapoulie d'en-

traînement. Pour éviter que la courroie ne tombe dans la découpure du socle, il est utile de la retenir par un crayon ou un autre instrument approprié.

Suit maintenant le nettoyage proprement dit. Avec un chiffon de lin propre mouillé d'alcool, on nettoie et sèche successivement les colonnes-support en plexiglas (7), le rouleau moteur et les deux faces de la bande transporteuse. Ceci fait, il convient de remonter les pièces dans l'ordre inverse du démontage avant de procéder au nettoyage du rouleau excitateur qui se fait de la même façon. Ensuite, on frotte ce rouleau avec un chiffon sec jusqu'à ce qu'il attire de petits morceaux de papier, l'introduit immédiatement dans la bande transporteuse et le replace dans ses supports en veillant à ce que la petite cheville fixée aux coussinets soit placée comme le montre la figure 5.

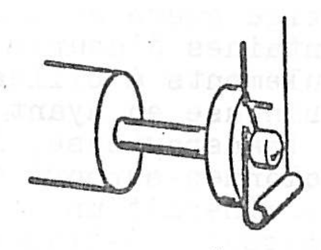


Fig. 5: Mise en place du rouleau excitateur

On peut bien souvent se passer d'un nettoyage complet de l'appareil. Il suffit alors de nettoyer simplement le rouleau excitateur pour avoir le succès désiré.

La mise au point de la bande de manière qu'elle tourne bien au milieu des rouleaux se fait par l'intermédiaire des vis moletées (8).

Si, par suite de conditions climatiques extrêmes

(climat tropical ou océanique) l'humidité relative de l'air est constamment très élevée, il faudra installer l'appareil dans un cage étanche à l'air (hotte) contenant un desséchant énergique (P_2O_5).

F. DEBIT

La tension maximale fournie par l'appareil dépend largement de son état de propreté ainsi que des conditions climatiques. Si le générateur est traité avec soin et que l'air soit sec, elle peut s'élever à 300 kV ce qui correspond à une longueur d'étincelle d'environ 10 cm mesurée entre l'électrode sphérique et le petit côté du conducteur. Le courant de court-circuit est compris entre 19 et 20 μA (parfois plus); la puissance débitée est de l'ordre de 0.3 à 0.5 watt.

Le générateur n'exige guère de surveillance. Après quelques centaines d'heures de service, on lubrifiera les roulements à billes avec une bonne huile d'os non-résineuse en ayant soin de ne pas souiller la bande transporteuse, le rouleau excitateur et les colonnes-support en plexiglas parce que cela entraînerait une diminution considérable de la puissance débitée.

Après un certain temps, il faudra remplacer la bande transporteuse étant donné que la formation d'ozone conduit à un vieillissement rapide du caoutchouc.

G. MATERIEL

Désignation	Référence	Nombre
Générateur à bande avec sphère conductrice sur pied isolant, fil de connexion de 50 cm et tube au néon		1

-/9

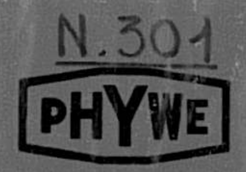
alimentation 110 V~	07642.90	
alimentation 125 V~	07642.91	
alimentation 220 V~	07642.93	
alimentation 250 V~	07642.94	
Bande à caoutchouc de rechange pour 07642	07642.01	1

PHYWE AKTIENGESELLSCHAFT GÖTTINGEN/ALLEMAGNE
B.P. 665 Tél. 2 43 38
Télex 09 6808
Câbles: PHYWE Göttingen

Imprimé en Allemagne No. d'impression 51.25f

N.301

ENSP 3070



Operating Instructions

Van de Graaff Generator

for use on 220 V AC*

07642.93

Notice en français pages suivantes

L. le Gr.

A. Purpose

Van de Graaff generators are used to produce high d.c. voltages at comparatively low power. They were developed by the American physicist van de Graaff around 1930 and were the first high voltage sources suitable for research in atomic physics. In the simplified design described here the generator is intended as a demonstration machine to replace the very trouble-prone influence machines. PHYWE van de Graaff generators are safe to work with and do not require any special precautions – a great advantage, particularly when used in schools and colleges.

B. Working principle

The van de Graaff generator is self-excited. Its working principle can be seen on the accompanying diagram (Fig. 1), which shows only the parts of the generator essential to its functioning. In this illustration, and in those which follow, the various components and parts are referred to by numbers which stay the same throughout.

An endless rubber charging belt (5) runs over two rollers (1 and 2). The lower roller (1) is the driving roller and is made of metal. The excitation roller (2), is made of insulating material (PLEXIGLAS®). Two rows of points (3 and 4) carry electric charges to the belt. The conductor (6), a Faraday cage, collects the charges. The conductor and the excitation roller are carefully insulated from the driving roller. The upper row of points (4) is electrically connected to the conductor. The driving roller (1) is electrically connected to the lower row of points (3) and grounded.

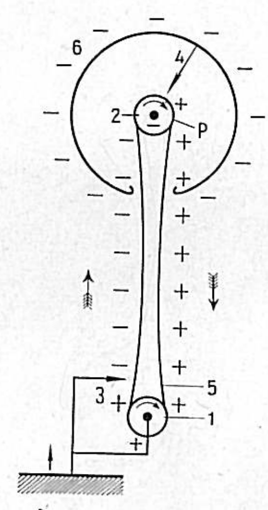


Fig. 1: Principle of van de Graaff generator

The means by which high voltage is generated is as follows: When the driving roller is turned in the arrowed direction, the belt moves and, at point P, breaks contact with the excitation roller. This causes charges of opposite sign to accumulate on the excitation roller and on the belt. Since the machine uses a PLEXIGLAS® roller and a rubber belt, the charge formation is normally negative on the conductor and positive on the belt. It may be found, however, that this charge condition is only obtained after a long period of operation. The positive charge remains on the descending side of the belt which, as it passes the lower row of points, draws negative charges from them by influence effects. These

* For Cat. Nos. of units designed for operation on other voltages see Section G.

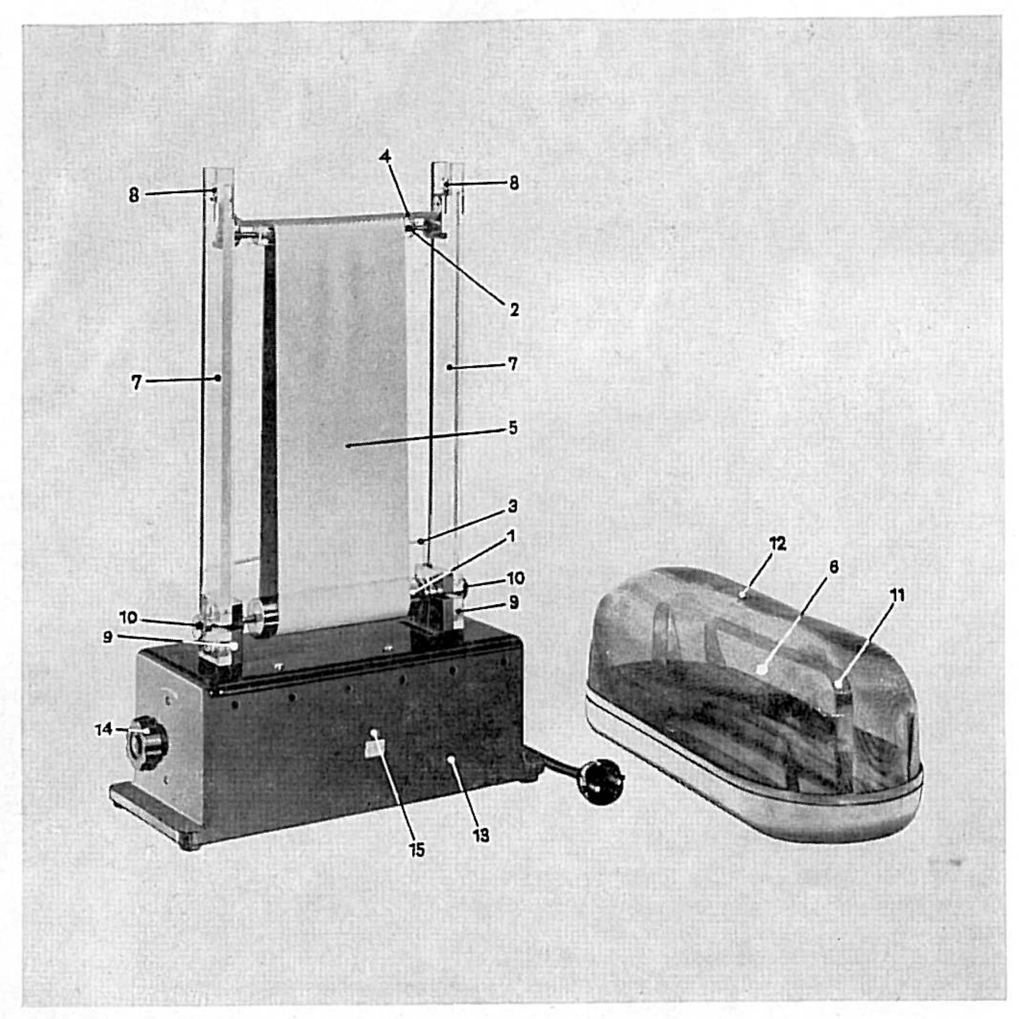


Fig. 2: Details of the generator

charges spray on to the ascending side of the belt, remain there and are carried by the motion of the belt into the conductor. There they cause positive charges to be drawn on to the belt from the upper row of points through influence action. These positive charges are drawn away from the conductor leaving a surplus of negative charges. The process is repeated as the belt continues running. The excess negative charges increase and result in a constant rise in the voltage on the conductor. The voltage obtainable is limited by the insulating properties of the material and by the dielectric strength of the air.

Generally speaking, the polarity of the conductor does not matter for experimental purposes. However, should it be necessary for a particular experiment to have the conductor charged positively, this condition can be obtained by cleaning the generator with solvent (cf. Section E) for a few minutes. The polarity of the conductor can be checked easily with the small neon tube supplied. Hold the tube by its metal cap and bring it up to the conductor. If the charge is negative the electrode nearest the conductor glows. With a positive charge the glow appears on the electrode remote from the conductor.

C. Generator details

The construction of the generator (Fig. 2) has been kept as simple as possible and closely follows the diagrammatic layout of Fig. 1. The electrically active components are the mirror-polished, chrome-plated driving roller (1), the excitation roller (2) made of PLEXIGLAS®, the lower row of points (3), the upper row of points (4), the belt (5) and the conductor (6).

Rectangular PLEXIGLAS® columns (7) well insulate the excitation roller as well as the upper row of points and the conductor from the driving roller and the lower row of points which is in electrical contact with the roller.

Both rollers run in ball bearings which are pressed on the roller spindles. The ball bearings are fitted into housings which are held in bearing slots. Knurled screws (8) working in grooves in the top ends of the PLEXIGLAS® columns allow the separation between the excitation roller and the driving roller to be adjusted. In this way the mechanical tension of the belt can be varied.

The driving roller is carried in two long slots in the bearing blocks (9). Endwise location in the slots is provided by the knurled nuts (10) at the side.

The high voltage electrode is the conductor (6) which is designed as a Faraday cage. The conductor rests on the heads of the two knurled screws (8) and makes electrical contact via the metal bridge piece (11) fitted inside. The high voltage can be taken off the socket (12) which is fixed to the metal bridge.

The generator is mounted on a moulded plastic base (13) in which is housed the drive unit. This consists of a universal motor with a series resistor operated by the rotary knob (14).

A socket (15) is mounted on each of the long sides of the base. The socket marked with the symbol ⏚ is connected to the motor screening, while the socket on the opposite side (not visible in the illustration) marked with the letter S is connected to the bottom row of points, but insulated from the grounded socket. The socket is so insulated to make quite sure that there is absolutely no possibility of connecting a measuring instrument to the line voltage by accident. The drive is transmitted to the generator through pulleys and a plastic belt ensuring virtually noiseless running.

D. Placing in service

The generator is packed in a special carton and, except for the conductor, is fully assembled and adjusted. The carton contains the following items:

1) van de Graaff generator
2) Conductor
3) Discharge sphere on stem
4) Insulating base for discharge sphere
5) Connecting lead, 50 cm long
6) Miniature neon tube for polarity check

After removal from the packing material it is advisable to wipe the dust carefully off all parts. While doing this, the excitation roller, driving roller and belt should be treated with special care.

Next place the conductor on the generator so that its metal bridge piece (11) rests on the heads of the knurled screws (8).

After connection to the line voltage the motor can be started and its speed adjusted – and consequently the belt speed – by means of the knob (14) controlling the rheostat. The generator is now ready for operation.

When the stem of the discharge sphere and the insulating base are screwed together, the sphere can then be connected by a lead to the S or ⏚ socket. The sphere gives an order-of-magnitude indication of generator voltage on the basis of spark length (1 mm corresponds to about 3 kV). The high voltage is picked off at the socket (12), the opposite pole being the S socket. The ⏚ socket must always be grounded. Except when sensitive measuring instruments are being used, the S and ⏚ sockets should be connected together by a lead.

E. Trouble shooting

The van de Graaff generator is so straightforward in construction that mechanical trouble



PHYWE AKTIENGESELLSCHAFT GÖTTINGEN/GERMANY
P.O.B. 665 · Telephone 61056 · Telex 096808 · Telegrams PHYWE Goettingen

Print No. 205102 · Printed in Germany

21228

during operation is not likely to occur. However, like all other electrostatic generators, it is sensitive to moisture and may give unsatisfactory results when the atmospheric humidity is high. Any failure occurring under these conditions is in no way attributable to faults in manufacture or design.

When the relative humidity is 70% or higher, satisfactory operation cannot be guaranteed unless special provisions are made. If extreme climatic conditions keep the humidity at a high level constantly, dependable operation can be ensured only if the generator is installed in an air-tight enclosure and the air inside dried with a powerful drying agent such as phosphorus pentoxide (P_2O_5).

In the event of the generator's failing to charge up, cleaning will be necessary. For this purpose it must be taken apart.

The actual cleaning process can now be carried out. Using a clean linen cloth soaked in methylated alcohol, first clean the PLEXIGLAS® columns (7). Then clean the driving roller and rub until quite dry. The belt, too, should be cleaned, preferably on both sides, with a cloth soaked in methylated alcohol. The parts cleaned so far should now be replaced in the reverse order to that followed in dismantling. Not until this has been done should the cleaning of the excitation roller proceed as described below, with immediate replacement on completion.

The excitation roller is first wiped off with a linen cloth soaked in methylated alcohol and is then rubbed dry again. A dry cloth is then used to charge up the excitation roller. In other words, the roller is rubbed until it is able to attract small fragments of paper. The

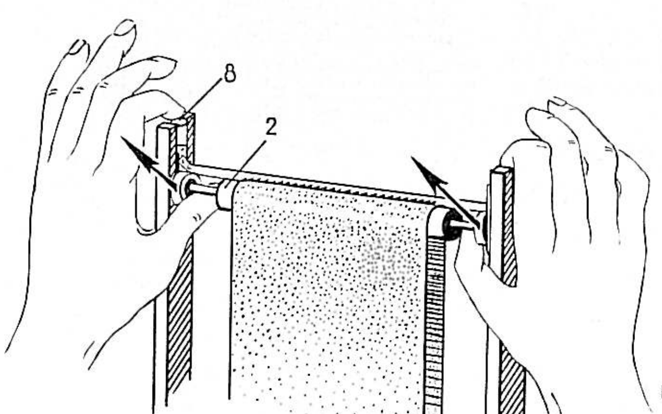


Fig. 3: Lifting out the excitation roller

First, remove the conductor hood and lift the excitation roller out of its bearings at each end simultaneously by drawing upwards at an angle (Fig. 3). At the same time exert an opposing pressure on the knurled screws (8). The excitation roller can now be withdrawn from the belt.

Next, loosen the knurled nuts (10) and pull the driving roller forward out of its bearing slots. The belt can now be taken right out and the plastic driving belt taken off the pulley on the drive shaft. To prevent the driving belt from dropping into the slot in the base of the machine it is advisable to hold it up by passing a pencil or similar object through the loop of the belt.

roller is then passed through the belt and entered into its bearings at either side. When doing this, care should be taken to ensure

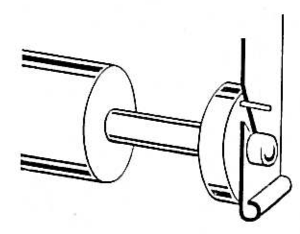


Fig. 4: Entering the roller into its bearing

that the small peg (Fig. 4) on the bearing housing is not introduced into the slot.

In the great majority of cases cleaning the entire machine as described will not be necessary, since the cleaning of the excitation roller alone will produce the desired result. If it is found during operation of the generator that the belt tends to wander off the roller to one side or the other, the necessary correction can be made by the adjustment facility provided by the knurled screws (8) which allow the belt to be adjusted for correct tracking in the middle of the roller.

F. Performance

The maximum voltage obtainable from the machine depends largely on how clean it is kept and on the climatic conditions. If the generator is looked after properly and if the air is dry, a maximum voltage of 300 kV (a spark length of about 10 cm measured between the discharge sphere and the end of the conductor) can be obtained. At short circuit the current ranges from 10 to 20 μA and occasionally higher while the output is 0.3 to 0.5 W.

Apart from keeping it clean, the generator requires little maintenance. After about 100 running hours the ball bearings should be carefully re-oiled with non-gumming oil.

CARE MUST BE TAKEN TO ENSURE THAT NO OIL FINDS ITS WAY ON TO THE BELT, THE EXCITATION ROLLER OR THE PLEXIGLAS® COLUMNS, OTHERWISE THE PERFORMANCE OF THE MACHINE WILL BE GREATLY IMPAIRED.

After it has been in use for an extended time the charging belt should be replaced, since a great deal of ozone is produced resulting in rapid aging of the rubber.

G. Materials

Designation	Cat. No.	Qty.
van de Graaff generator including discharge sphere on stem with insulating base, connecting lead (50 cm) and miniature neon tube		1
for operation on 110 V a. c.	07642.90	
for operation on 125 V a. c.	07642.91	
for operation on 220 V a. c.	07642.93	
for operation on 250 V a. c.	07642.94	
Belt for van de Graaff generator, replacement	07642.01	1